

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Савушкиной Светланы Вячеславовны «Механизмы формирования и свойства коррозионностойких и теплозащитных покрытий на основе оксидов циркония, гафния и алюминия, получаемых в плазменных процессах синтеза в вакууме и электролитах», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.5. – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Диссертационная работа Савушкиной С.В. посвящена исследованию процессов формирования и свойств защитных керамических покрытий на основе оксидов циркония, иттрия, гафния и алюминия на различных циркониевых и алюминиевых сплавах и композитах для атомной и ракетно-космической техники.

Известно, что за счет нанесения различных покрытий удается добиваться оптимального баланса служебных характеристик и себестоимости изделий, а получение наноструктурированных покрытий, в том числе многослойных и градиентных, позволяет удовлетворять самые разнообразные требования по термо-, износо- и коррозионной стойкости. Учитывая крайне жесткие и специфические условия работы циркониевых оболочек ТВЭЛов и узлов авиационной и ракетно-космической техники, в том числе насосных агрегатов, камер сгорания и других, включающих в себя совокупность термических, эрозионных, механических и кавитационных воздействий, исследования и разработку технологических решений по обеспечению надежности узлов и агрегатов методами инженерии поверхности следует считать актуальными и соответствующими современным мировым трендам развития науки и техники. Работа соискателя отличается наличием выраженной практической значимости и весьма вероятно, что результаты будут востребованы на практике при проектировании перспективных изделий авиационного назначения и космических аппаратов.

Несомненна научная новизна работы, так как влияние различных легирующих элементов сплавов на качество и свойства формируемых плазменными методами наноструктурных покрытий изучено весьма слабо, а механизмы их формирования во многом остаются невыясненными или дискуссионными. Отметим, что наибольший интерес, на наш взгляд, представляют результаты исследований Савушкиной С.В. в части выявления механизмов и особенностей внедрения нано- и субмикронных модифицирующих частиц (на примере частиц Y_2O_3) в оксидный слой, формируемый плазменно-электролитическим оксидированием, т.к. это позволяет переходить к «гибридной плазменно-электролитической обработке» за счет совмещения окисляющего плазменного воздействия и массообменных и ударных явлений при формировании оксидных покрытий.

Также значительный интерес представляют выявленные зависимости структуры, элементного и фазового состава, твердости и коррозионной стойкости полученных в исследовании покрытий от состава напыляемых смесей и технологических особенностей нанесения покрытий, что позволяет существенно расширить диапазон достигаемых эксплуатационных свойств.

Безусловной практической полезностью обладают разработанные режимы плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО) циркониевых сплавов и алюминиево-медных и алюминиево-циркониевых композиционных материалов, а также способ плазменного напыления в динамическом вакууме и с использованием конического «сопла» с реализацией эффектов течения Прандтля-Майера. Высокая практическая ценность работы подтверждается хорошей защитой авторских прав на полученные результаты – авторскими коллективами с участием соискателя получено 7 патентов РФ на изобретения.

В целом, можно заключить, что в рамках диссертации Савушкиной С.В. с коллегами выполнен большой объем экспериментальных исследований с применением современных технологий инженерии поверхности и исследовательских методов, в том числе – СЭМ, РСМА, РФА, ЯОР, ПДП, инструментальных и других. Использование современной научно-технической базы и большого объема экспериментальных данных позволяет говорить о высокой надежности и достоверности полученных результатов.

Несомненным достоинством диссертационной работы Савушкиной С.В. является хорошая апробация полученных результатов – результаты работы доложены более, чем на 50 конференциях различного уровня, а по теме диссертации опубликовано 33 научных работы в рецензируемых научных изданиях, из которых 5 – в журналах, индексирующихся на уровне Q1 по Web of Science.

Тем не менее, следует отметить некоторые недостатки работы, в частности:

1) Автором утверждается, что «основными процессами, способствующими инкорпорированию наночастиц в оксидный слой, формируемый ПЭО, являются заполнение формируемых пор электролитом и функционирование микрозарядов». Однако автором не рассмотрены и не учтены явления ускорения наночастиц в микропоровых каналах в парогазовой фазе под действием электрического поля после первичного пробоя барьерного слоя и приводящие к ударному взаимодействию наночастиц со стенками микроканала и барьерного слоя и оказывающие существенное влияние на формирование структурно-фазового состояния и свойства оксидных слоев.

2) В части описания режимов ПЭО автором не приведены ряд важных параметров, характеризующих формовочные импульсы при обработке циркониевых и алюминиевых сплавов, в частности: форма импульса (синусоидальный, трапецевидный, прямоугольный или иной), коэффициенты заполнения, асимметрии паузы между импульсами и пр., а также их изменения в ходе ПЭО.

3) Для полученных данных микротвердости следовало указать приложенную нагрузку.

4) Для выявления причин стабилизации токов коррозии при длительной выдержке в коррозионной среде и подтверждения или опровержения гипотезы о разрушении барьерного слоя следовало выполнить исследования методом электрохимической импедансной спектроскопии с детализацией зонной «электрохимической» структуры образцов и определением сопротивлений переносу заряда и значений CPE (Q и n-факторов) для анализа состояния барьерного слоя.

Указанные недостатки не снижают общей научной значимости и практической ценности диссертационной работы, не умаляют её достоинств. Диссертационная работа Савушкиной С.В. выполнена на современном научно-техническом уровне и демонстрирует высокий уровень квалификации соискателя.

Считаем, что диссертационная работа «Механизмы формирования и свойства коррозионностойких и теплозащитных покрытий на основе оксидов циркония, гафния и алюминия, получаемых в плазменных процессах синтеза в вакууме и электролитах» является разносторонним и глубоким научным исследованием и заслуживает положительной оценки, отвечает требованиям п.п. 9 – 14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 26.09.2022) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней»), а автор работы, Савушкина Светлана Вячеславовна, достойна присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5. – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Также настоящим сообщаем о своем согласии на обработку персональных данных, их включение в аттестационные документы соискателя ученой степени и дальнейшую обработку.

Д.ф.-м.н., профессор,
Г.н.с. НИИ прогрессивных технологий,
ректор

Криштал Михаил Михайлович

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14
+7 (8482) 44-94-24, 44-94-44
e-mail: krishtal@tltsu.ru

К.т.н., в.н.с.
НИО-4 «Оксидные слои, пленки и покрытия»,
НИИ прогрессивных технологий

Полунин Антон Викторович

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14Б
+7 (8482) 44-92-23, +7-9277-86-35-65;
e-mail: anpol86@gmail.com

Дата

21.11.2022 г.

Подписи М.М. Криштала и А.В. Полунина

ЗАВЕРЯЮ:

Криштал Михаил Михайлович
управления делами Фрунз К.Ю. Ракнев



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет»

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14;

Email: office@tltsu.ru;

Телефоны: +7 (8482) 44-94-24, 44-94-44